

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

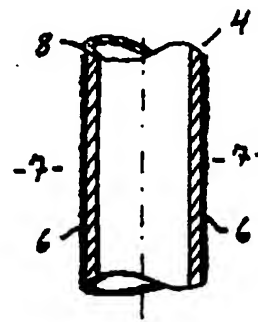
PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>4</sup> :</p> <p>C12M 3/00, 1/12</p>	<p>A2</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 87/ 03615</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. Juni 1987 (18.06.87)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP86/00744</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Dezember 1986 (12.12.86)</p> <p>(31) Prioritätsaktenzeichen: P 35 44 382.0</p> <p>(32) Prioritätsdatum: 14. Dezember 1985 (14.12.85)</p> <p>(33) Prioritätsland: DE</p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: SEKOULOV, Ivan [DE/DE]; Müllenhoffweg 22, D-2000 Hamburg 52 (DE). BRAUTIGAM, Hans-Jürgen [DE/DE]; Marmstorferweg 74, D-2100 Hamburg 90 (DE).</p> <p>(74) Anwälte: SCHMIDT-BOGATZKY, Jürgen usw.; Schlossmühlendamm 1, D-2100 Hamburg 90 (DE).</p>		<p>(81) Bestimmungsstaaten: AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</p> <p>Veröffentlicht <i>Ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts.</i></p>
<p>(54) Title: PROCESS FOR SUPPLYING OXYGEN FROM FERMENTATION PLANT AND DEVICE FOR IMPLEMENTATION OF THE PROCESS</p>		
<p>(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR SAUERSTOFFVERSORGUNG VON FERMENTERN UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS</p>		
<p>(57) Abstract</p> <p>Process for supplying oxygen from fermentation plant in which the oxygen is introduced without bubbles through at least one pore-free plastic membrane with a flexible fabric reinforcement, and device for implementing the process and for its use. The oxygen required for performance of the bioprocess is fed in completely or partly free of bubbles through at least one fabric-reinforced and pore-free plastic membrane mounted on support elements. For this purpose, gas exchangers (33) having plastic pore-free membranes (4) mounted on supports (32) are arranged in the fermentation plant, said membranes being reinforced with a flexible fabric (6).</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Verfahren zur Sauerstoffversorgung von Fermentern, in denen der Sauerstoffeintrag blasenfrei durch mindestens eine porenfreie Kunststoffmembran mit flexibler Gewebeerstärkung erfolgt, und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie dessen Anwendung. Der für die Durchführung des Bioprozesses erforderliche Sauerstoff wird insgesamt oder anteilmässig blasenfrei durch mindestens eine gewebeerstärkte porenfreie und auf Stützelementen gelagerte Kunststoffmembran in die Wasserphase eingetragen. Hierzu sind in dem Fermenter Gasaustauscher (33) mit auf Stützen (32) gelagerten porenfreien Kunststoffmembranen (4) angeordnet, die mit einem flexiblen Gewebe (6) verstärkt sind.</p>		



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Soviet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

Verfahren zur Sauerstoffversorgung von Fermentern  
und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens

5

Bei Sauerstoff benötigenden biotechnologischen Verfahren führt die der O<sub>2</sub>-Versorgung dienende Luftdispersion in der Wasserphase des Fermenters häufig zu Problemen durch die aufsteigenden Gasblasen, wie z.B. Übermäßige Schaumbildung und hieraus resultierende unerwünschte Flotationseffekte. Auch Zellschädigungen, Verringerung des Zellwachstums und erhöhte Sterberaten werden häufig beobachtet. Um diese Probleme zu vermeiden ist deshalb vorgeschlagen worden, den erforderlichen Sauerstoff blasenfrei über poröse, hydrophobe Kunststoffmembranen in den Fermenter einzutragen, wobei die Membranen als Schlauchmembranen ausgebildet sind. Diese Membranen gestatten aufgrund der geringen zulässigen Sauerstoffpartialdrücke nur begrenzte Sauerstoffeintragsraten, da andernfalls bei Überschreitung des Blaspunkts aus den Poren unerwünschte Blasen austreten. Der steuerungs- und regelungstechnische Aufwand um dies zu vermeiden ist erheblich. Es ist auch schon vorgeschlagen worden, für die Züchtung empfindlicher tierischer Zellen in Suspensions- und Monolayerkulturen den Sauerstoff ebenfalls über gaspermeable nichtporöse Siliconschläuche einzutragen. Diese Schlauchmembranen sind außerordentlich empfindlich gegen mechanische Einwirkungen, so daß ihr Einbau in den Fermenter sehr sorgfältig erfolgen muß damit Beschädigungen vermieden werden. Der Einsatz der empfindlichen Schläuche ist deshalb auf Laborfermenter begrenzt. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß ebenfalls nur geringe Sauerstoffeintragsraten von etwa 2 gO/m<sup>2</sup>h möglich sind, da andernfalls bei höheren Sauerstoffpartialdrücken von z.B. 1,5 bar Überdruck die Schlauchmem-

bran reißt. Weiterhin wurde vorgeschlagen, Sauerstoff in wässrige flüssigkeiten über ebenfalls nichtporöse Siliconmembranen mit einer metallischen Gewebeeinlage als Stütze einzutragen. Das im Siliconkautschuk eingebettete, integrierte Metallgewebe soll hohe Sauerstoffeintragsraten durch hohe Sauerstoffpartialdrücke ermöglichen und gleichzeitig, wie durch die Bezeichnung Stützgewebe ausgedrückt wird, das gesamte Membransystem selbsttragend machen. Der wesentliche Nachteil ist der hohe technische Aufwand zur Herstellung der metallgewebegestützten Siliconmembranen sowie der kompletten Eintragssysteme. Außerdem können derartige Schlauchmembranen nur in sehr begrenzter Länge und nicht endlos hergestellt werden. Zusätzlich erschwert das unflexible und weitgehend starre Metallgewebe die Handhabung erheblich und erhöht die Gefahr der mechanischen Beschädigung.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Verfahren zur blasenfreien Sauerstoffversorgung von Fermentern und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens zu schaffen, die bei geringem mechanischen Aufwand die beschriebenen Probleme, die mit den blasenfreien Sauerstoffeintragsverfahren verknüpft sind, zu vermeiden und gleichzeitig hohe Sauerstoffeintragsraten zu ermöglichen.

Erfindungsgem. erfolgt die Lösung der Aufgabe dadurch, daß der Sauerstoff insgesamt oder anteilmäßig über mindestens eine feststehende oder bewegte Kunststoffmembran mit flexibler Gewebeverstärkung auf formsteifen Stützelementen als Gasaustauscher in den Fermenter eingetragen wird.

In einer Ausgestaltung der Erfindung ist der Gasaustauscher dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Kunststoffmembran mit flexibler Gewebeverstärkung auf den formsteifen Stützelementen gelagert ist und von diesen getragen wird. Die Kunststoffmembran kann als Schlauch- oder Flachmembran ausgebildet sein, wobei die flexible Gewebeverstärkung in die Kunststoffmembran eingebettet, auf der der Wasserseite zugewandten Fläche der Kunststoffmembran oder aber auf der der Wasserseite abgewandten Fläche der Kunststoffmembran angeordnet sein kann.

Die je nach Typ des Fermenters und Anwendungsfall als Schlauch- oder Flachmembranmodule zur Anwendung kommenden Kunststoffmembranen mit flexibler Gewebeverstärkung zeichnen sich gegenüber bekannten Kunststoffmembranen durch erhebliche Vorteile aus. Durch die flexible Gewebeverstärkung wird in Verbindung mit den Stützelementen die Ausbildung von Kunststoffmembranmodulen möglich, die selbsttragend sind. In jedem Fall bilden die Kunststoffmembran und die flexible Gewebeverstärkung eine elastische, robuste Einheit, die außerordentlich widerstandsfähig gegen Druckbelastung und gegen mechanische Beanspruchung ist. Diese derart verstärkten Membranen sind problemlos zu handhaben, einfach zu verarbeiten und ermöglichen hohe  $O_2$ -Eintragsraten ( $10-20 \text{ g O}_2/\text{m}^2\text{h}$ ) bei geringem regelungstechnischen Aufwand.

Weitere Merkmale der Erfindung werden in den abhängigen Ansprüchen beschrieben und nachstehend anhand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 Ausführungsformen von Schlauchmembranen bis 3 für einen Gasaustauscher in schematischen Seitenansichten im Schnitt,

Fig. 4 Ausführungsformen von Flachmembranen für  
bis 6 einen Gasaustauscher in schematischen Seitenansichten im Schnitt,

5 Fig. 7a einen Fermenter mit einem Gasaustauscher mit Flachmembranen in der Seitenansicht im Schnitt,

10 Fig. 7b eine Doppelmembran des Fermenters nach Fig. 7 in einer vergrößerten Detailansicht,

Fig. 7c eine weitere Ausbildung eines Fermenters mit einem Gasaustauscher mit Flachmembranen in der Seitenansicht im Schnitt.

15 Fig. 8 einen Fermenter mit Gasaustauscher mit Schlauchmembranen in der Seitenansicht im Schnitt,

20 Fig. 9a die Anordnung von Schlauchmembranen in einer und 9b schematischen Draufsicht,

Fig. 9c eine weitere Anordnung von Schlauchmembranen in einer schematischen Seitenansicht in einem  
25 vergrößerten Ausschnitt.

In Fig. 1 bis 3 sind als Schlauchmembranen ausgebildete Kunststoffmembranen 4 dargestellt, die z. B. aus einem ansich bekannten Siliconkunststoff bestehen  
30 können. Die Kunststoffmembranen 4 sind mit einem flexiblen Gewebe 6 verstärkt. Das Gewebe 6 kann in die Kunststoffmembran 4 eingebettet, auf der der Wasserseite 7 zugewandten Fläche 8 oder aber auf der der Wasserfläche 7 abgewandten Fläche 9 angeordnet  
35 sein. Das Gewebe 6 kann aus monofilen oder multifilen

organischen oder anorganischen Fasern bestehen.

Organische Fasern können solche aus Polyester, Polyamid, Teflon od. dgl. sein, während als anorganische Fasern z.B. Glasfasern oder Kohlenstofffasern verwendet werden können. Von besonderem Vorteil sind Fasern wie z. B. aus Polyester, die die zur Sterilisation erforderlichen Temperaturen ohne negative Beeinträchtigung ihrer mechanischen Eigenschaften ertragen können.

In den Fig. 4 bis 6 sind schematisch ebenfalls porenfreie Kunststoffmembranen 3 dargestellt, die jeweils als Flachmembran ausgebildet sind. Diese Kunststoffmembranen weisen ebenfalls Verstärkungen mit einem flexiblen Gewebe 6 auf, das wie oben beschrieben ausgebildet und angeordnet ist.

Der in Fig. 7a schematisch dargestellte Fermenter 1 besteht aus einem Fermentergehäuse 10 mit einem bodenseitig angeordneten Rührer 11. In dem Fermentergehäuse 10 ist als Gasaustauscher 33 ein Kunststoffmembranmodul 18 angeordnet, das aus Doppelmembranen 19 besteht. Jede Doppelmembran 19 ist aus zwei Flachmembranen 12, 13 gebildet, die mittels eines gasdurchlässigen Abstandhalters 14 als Stützelement 32 auf Distanz gehalten werden (Fig. 7b). Durch den durch die Flachmembranen 12, 13 gebildeten Kanal 20 wird der Sauerstoff eingebracht und kann durch die Flachmembranen 12, 13 in die Wasserseite 7 diffundieren. Der Abstandshalter 14 kann z. B. als Wellband, Netz, Gewebe oder dergleichen ausgebildet sein. Zwischen den Doppelmembranen 19 sind als Stützelemente 32 dienende Abstandshalter 22 angeordnet. Diese verhindern, daß sich die Flachmembranen 12, 13 bei einer Beaufschlagung des Kanals 20 mit Gas durch den Gasdruck nach außen verformen. Diese Abstandshalter



- 6 -

22 können ebenfalls als Wellband, Netz, Gewebe oder dergleichen ausgebildet sein. Das Kunststoffmembranmodul 18 ist in seitlichen Wänden 23, 24 gehalten und in dem Fermentergehäuse 10 auf einer netz- oder gitterartigen Auflage 31 abgestützt. Durch die Stützelemente 32 ist der Gasaustauscher 33 selbsttragend ausgebildet.

In Fig. 7c ist ein weiterer Fermenter 1a dargestellt, der sich von dem Fermenter 1 durch die Anordnung des Rührers unterscheidet. Der hier verwendete Rührer 25 ist horizontal gelagert und weist stabförmige Rührelemente 26 auf, die zwischen den Außenseiten 27 der Flachmembranen 12, 13 der Doppelmembranen 19 angeordnet sind. Die Rührelemente 26 sind radial auf der Welle 28 des Rührers 25 gelagert, die durch die eine seitliche Wand des Fermentergehäuses 10 durchgeführt ist. Um einen schnellen Ein- und Ausbau des als Kunststoffmembranmodul 18 ausgebildeten Gasaustauschers 33 zu ermöglichen, können dessen seitliche Wand 23 sowie die Doppelmembran 19 nicht näher dargestellte vertikale schlitzförmige Ausnehmungen 29, 30 aufweisen, die in Fig. 7c durch Bezugszeichen angedeutet sind. Bei einer Rotation des Rührers 25 wird ein besonders hoher scherkraftarmer Sauerstoffeintrag aus den Doppelmembranen 19 erzielt.

Der in Fig. 8 dargestellte Fermenter 2 besteht ebenfalls aus einem Fermentergehäuse 10 mit einem bodenseitig angeordneten Rührer 11. In dem Fermentergehäuse 10 sind jedoch als Schlauchmembranen ausgebildete porenfreie Kunststoffmembranen 4 angeordnet, die als Kunststoffmembranmodul 21 den Gasaustauscher 33 bilden. Die einzelnen Kunststoffmembranen 4 sind jeweils zu Schlauchringen 15 mit unterschiedlichem Durchmesser geformt und übereinander und ineinander

im Abstand voneinander gestapelt. Zur Distanzhaltung und Lagefixierung dienen als Stützen 16 ausgebildete Stützelemente 32. Fig. 9a zeigt eine schematische Draufsicht dieses so ausgebildeten Kunststoffmembranmoduls 21. Es ist auch möglich, die schlauchförmigen Kunststoffmembranen 4 in einer horizontalen Ebene jeweils spiralförmig auszubilden wie es Fig. 9b zeigt. Hierbei können jedoch unter Umständen ungleichmäßige mechanische Belastungen und Lufteintragsraten auftreten. Fig. 9c zeigt eine Abwandlung des Kunststoffmembranmoduls 21, bei der die einzelnen Schlauchringe 15 direkt aufeinanderliegen. Diese Ausführungsform entspricht annähernd einem Kunststoffmembranmodul mit Flachmembranen, wobei die für den Lufteintrag wirksame Oberfläche durch die Wölbung der einzelnen Schlauchringe 15 vergrößert ist. Zwischen den Schlauchringen 15 (Fig. 9a) und in den spiralförmig angeordneten Schlauchringen 17 (Fig. 9b) sind ebenfalls Abstandhalter 22 als Stützelemente 32 angeordnet.

Die Durchmischung der Wasserphase 7, die auch den Sauerstoffeintrag der Kunststoffmembranen mit flexibler Gewebeverstärkung beeinflusst, kann durch einen oder mehrere Rührer 11 und/oder durch eine externe Umwälzpumpe erfolgen, die in den Abbildungen nicht näher dargestellt ist. Eine zusätzliche Bewegung wie z.B. Rotation führt zu einer weiteren Verbesserung des Sauerstoffeintrags und damit der Fermentumsatzleistung. Die Rotation kann hierbei gleichbleibend oder als Hin- und Herbewegung und/oder Auf- und Abbewegung ausgebildet sein.

Die durch die flexible Gewebeverstärkung in Verbindung mit den Stützelementen 32 erzielte Verbesserung der mechanischen Stabilität der Kunststoffmembranen

3, 4, 5 führt zusätzlich zu einer vollkommen problem-  
losen Handhabung der jeweiligen Membran. Die Gefahr  
einer mechanischen Beschädigung, die bei bekannten  
verstärkten dünnwandigen Membranen stets gegeben ist  
5 und den Bau von Sauerstoffeintragsmodulen auf Mem-  
branbasis im technischen Maßstab erschwert, ist bei  
den Kunststoffmembranen 3, 4, 5 mit flexibler Gewebe-  
verstärkung und Stützelementen 32 weitgehend besei-  
tigt.

10

Der blasenfreie und damit auch zwangsläufig schaum-  
freie Sauerstoffeintrag über nicht bewegte oder  
bewegte nicht poröse Kunststoffmembranen 3, 4, 5 mit  
einer flexiblen Gewebeverstärkung auf Stützelementen  
15 32 ist prinzipiell für die Sauerstoffversorgung aller  
in der Biotechnologie eingesetzter Fermentertypen  
geeignet. Neben dem Einsatz in Rührkessel-Schlau-  
fenfermentern, Air-Liftfermentern und Festbettfermen-  
tern ist die Verwendung von Kunststoffmembranen 3, 4,  
20 5 mit flexibler Gewebeverstärkung als Membranmodul in  
jeweils auf den Anwendungsfall zugeschnittener Modul-  
form wie Schlauchmodul, Flachmembranmodul, Wickelmo-  
dul mit Schläuchen bzw. Flachmembranen besonders auch  
für die Durchführung von biotechnologischen Umsetzun-  
25 gen in Wirbelschicht- und Fließbettfermentern vor-  
teilhaft.

Beim Wirbelschicht- bzw. Fließbettfermenter befinden  
sich die Biokatalysatoren entweder als biologischer  
30 Belag auf einem feinkörnigen festen Träger wie z. B.  
Sand mit einem Durchmesser von z.B. 0,5 mm oder ohne  
zusätzlichen Träger nur aus Bakterienmasse bestehend,  
in Pelletform, in einem permanenten Schwebezustand,  
der durch den aufwärtsgerichteten Strom der Nährlös-  
35 sung erzeugt wird. Erfasst das jeweilige Kunststoff-  
membranmodul, das in diesem Fall vorteilhaft als

- Schlauchmodul bzw. Schlauchwickelmodul ausgebildet ist, gleichmäßig das gesamte Fließbett, wird eine schonende und über die gesamte Fließbetthöhe gleichmäßige blasenfreie Sauerstoffversorgung ermöglicht.
- 5 Auch beim Wirbelschicht- und Fließbettfermenter, bei denen der Sauerstoffeintrag der Kunststoffmembranen mit Gewebeverstärkung weitgehend durch die Membrاندimensionen und den Sauerstoffpartialdruck bestimmt wird, bewirkt eine kontinuierliche Hin- und Herbe-
- 10 wegung der Membranen bzw. des Membranmoduls in der horizontalen und/oder vertikalen Richtung eine Verbesserung des Sauerstoffeintrags.

## P A T E N T A N S P R Ü C H E

1. Verfahren zur blasenfreien Sauerstoffversorgung von Fermentern, in denen der Gasaustausch durch eine porenfreie Kunststoffmembran mit integriertem Gewebe erfolgt, dadurch gekennzeichnet, daß  
5 der Sauerstoff insgesamt oder anteilmäßig über mindestens eine feststehende oder bewegte Kunststoffmembran mit flexibler Gewebeverstärkung auf formsteifen Stützelementen als Gasaustauscher in die Wasserphase eingetragen wird.  
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zur Minimierung der Schaumbildung und Flotationseffekte der im Fermenter erforderliche Sauerstoff zum einen Teil durch eine ansich bekannte Blasenbelüftung  
15 und zum anderen Teil blasenfrei über eine oder mehrere porenfreie Kunststoffmembranen mit flexibler Gewebeverstärkung in die Wasserphase eingetragen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Bioreaktor ein Rührkessel-, Schlaufen-,  
20 Fließbett-, Wirbelschicht-, Airlift- oder Festbettfermenter verwendet wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Sauerstoffzufuhr ausschließlich oder  
25 zusätzlich über porenfreie Kunststoffmembranen mit flexibler Gewebeverstärkung in einem Rezirkulationswasserstrom eines Rührkessel-, Schlaufen-, Fließbett- oder Wirbelschichtfermenters erfolgt.

5. Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Sauerstoffeintrag über porenfreie Kunststoffmembranen mit flexibler Gewebeverstärkung im Fermenter zur Züchtung empfindlicher Bakterienkulturen und Zellkulturen menschlicher, tierischer und pflanzlicher Herkunft erfolgt.
6. Gasaustauscher zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1 bis 4 sowie dessen Anwendung nach Anspruch 5, mit mindestens einer porenfreien Kunststoffmembran (3, 4, 5) mit integriertem Gewebe (6), dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine gewebeverstärkte Kunststoffmembran (3, 4, 5) auf Stützelementen (32) gelagert ist und ein in die Kunststoffmembran (3, 4, 5) eingebettetes oder an der der Wasserphase (7) zugewandten Fläche (8) oder an der der Wasserphase (7) abgewandten Fläche (9) der Kunststoffmembran (3, 4, 5) angeordnetes flexibles Gewebe (6) aufweist.
7. Gasaustauscher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Stützelement (32) als Stütze (16), Abstandshalter (22) od. dgl. ausgebildet ist.
8. Gasaustauscher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffmembran (3, 4, 5) verstärkende Gewebe (6) aus monofilen oder multifilen organischen Fasern besteht.
9. Gasaustauscher nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kunststoffmembran (3, 4, 5) verstärkende Gewebe (6) aus anorganischen monofilen oder multifilen Fasern besteht.

10. Vorrichtung nach Anspruch 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die porenfreie Kunststoffmembran (4) als Flach- oder Schlauchmembran ausgebildet ist.
- 5 11. Anwendung des Gasaustauschers nach Anspruch 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß mittels mindestens einer gewebeverstärkten auf einem Stützelement (32) gelagerten Kunststoffmembran (3, 4, 5) in einem Fermenter (1, 2) der Sauerstoffeintrag und gleichzeitig
- 10 /oder verzögert die Entfernung des durch die Bio-prozesse entstandenen Kohlendioxids oder anderer leichtflüchtiger Stoffwechselendprodukte erfolgt.
12. Anwendung des Gasaustauschers nach Anspruch 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Wasserphase im Fermenter (1, 2) gelösten gegebenenfalls unerwünschte Substanzen über mittels einer gewebeverstärkten auf einem Stützelement (32) gelagerten Kunststoffmembran (3, 4, 5) abgeführt werden.

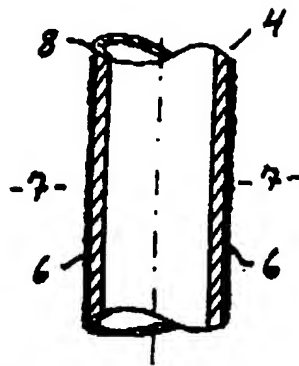


Fig. 1

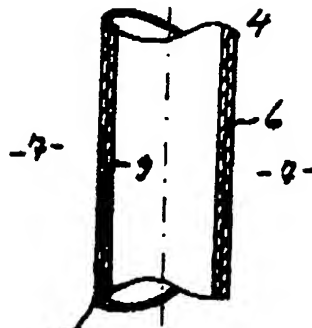


Fig. 2

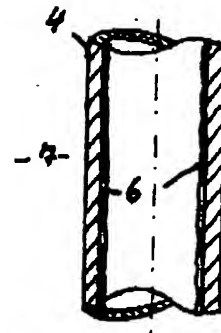


Fig. 3

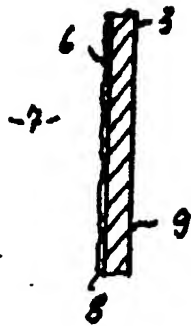


Fig. 4

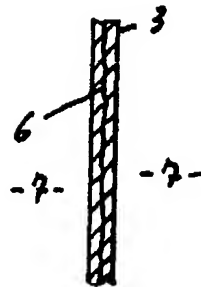


Fig. 5

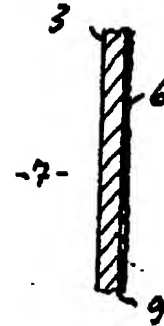


Fig. 6

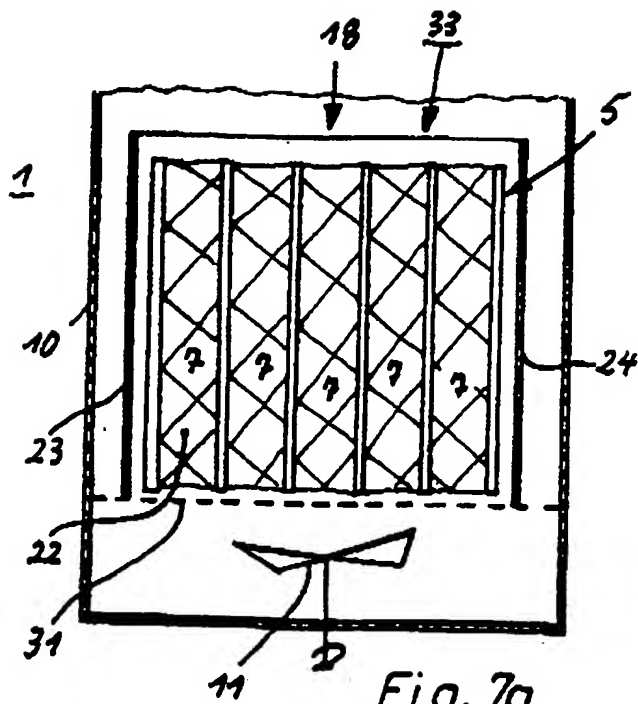


Fig. 7a

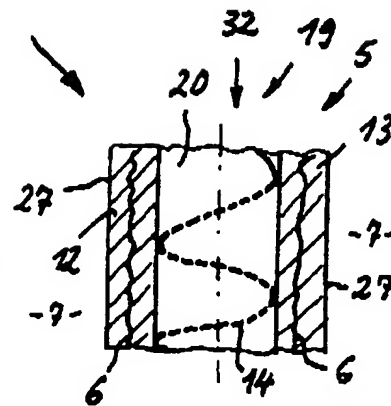


Fig. 7b





Fig. 8

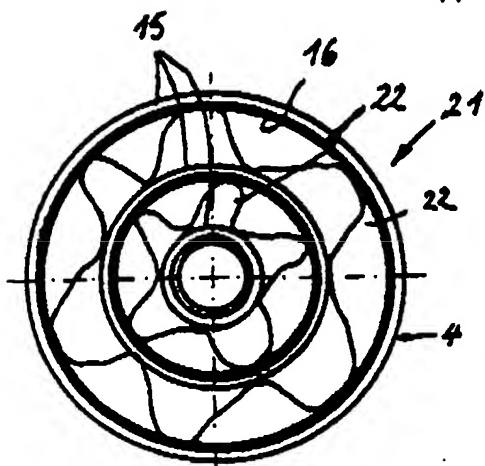
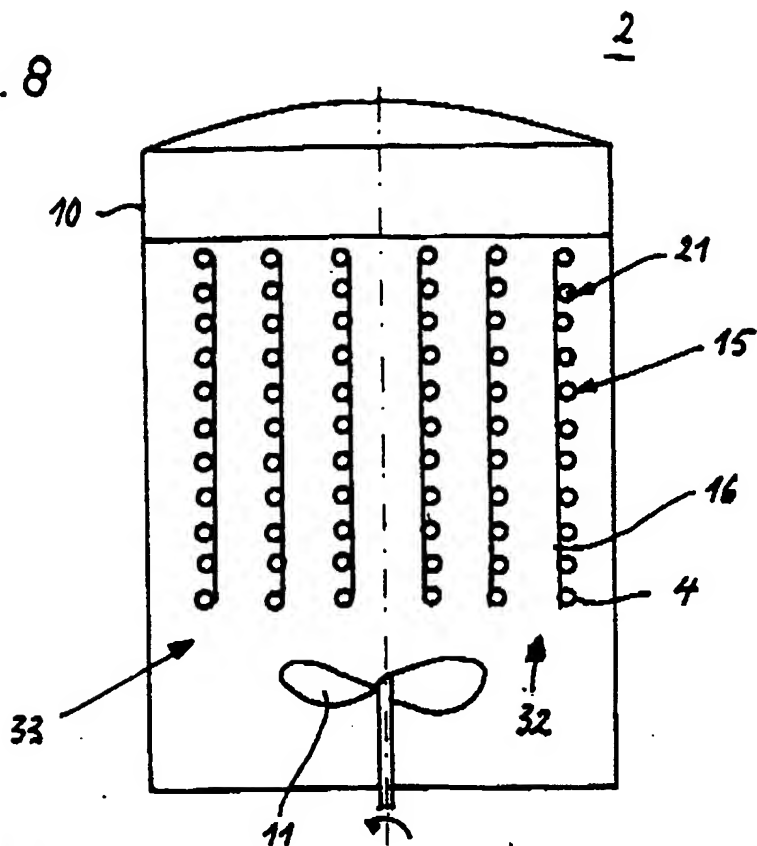


Fig. 9a

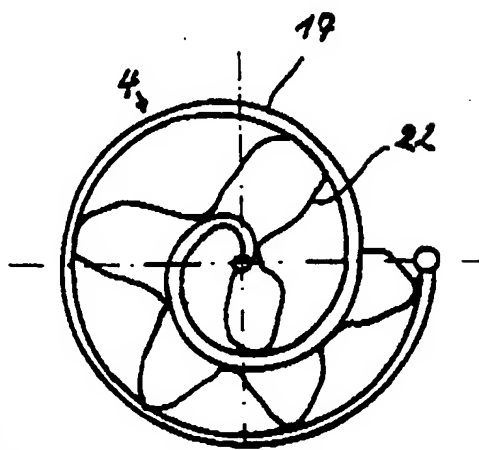


Fig. 9b

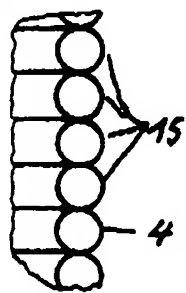


Fig. 9c



**INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)**

<p>(51) Internationale Patentklassifikation <sup>4</sup> :  <b>C12M 3/00, 1/12</b></p>	<p><b>A3</b></p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 87/ 03615</b></p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 18. Juni 1987 (18.06.87)</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/EP86/00744</b></p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 12. Dezember 1986 (12.12.86)</p> <p>(31) Prioritätsaktenzeichen: <b>P 35 44 382.0</b></p> <p>(32) Prioritätsdatum: 14. Dezember 1985 (14.12.85)</p> <p>(33) Prioritätsland: <b>DE</b></p> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: <b>SEKOULOV, Ivan [DE/DE]; Müllenhoffweg 22, D-2000 Hamburg 52 (DE). BRAUTIGAM, Hans-Jürgen [DE/DE]; Marmstorferweg 74, D-2100 Hamburg 90 (DE).</b></p> <p>(74) Anwälte: <b>SCHMIDT-BOGATZKY, Jürgen usw.; Schlossmühlendamm 1, D-2100 Hamburg 90 (DE).</b></p>	<p>(81) Bestimmungsstaaten: <b>AT (europäisches Patent), BE (europäisches Patent), CH (europäisches Patent), DE (europäisches Patent), FR (europäisches Patent), GB (europäisches Patent), IT (europäisches Patent), JP, LU (europäisches Patent), NL (europäisches Patent), SE (europäisches Patent), US.</b></p> <p><b>Veröffentlicht</b>  <i>Mit internationalem Recherchenbericht.  Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i></p> <p>(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 19. November 1987 (19.11.87)</p>	
<p>(54) Title: <b>PROCESS FOR SUPPLYING OXYGEN FROM FERMENTATION PLANT AND DEVICE FOR IMPLEMENTATION OF THE PROCESS</b></p> <p>(54) Bezeichnung: <b>VERFAHREN ZUR SAUERSTOFFVERSORGUNG VON FERMENTERN UND VORRICHTUNG ZUR DURCHFÜHRUNG DES VERFAHRENS</b></p> <p>(57) Abstract</p> <p>Process for supplying oxygen from fermentation plant in which the oxygen is introduced without bubbles through at least one pore-free plastic membrane with a flexible fabric reinforcement, and device for implementing the process and for its use. The oxygen required for performance of the bioprocess is fed in completely or partly free of bubbles through at least one fabric-reinforced and pore-free plastic membrane mounted on support elements. For this purpose, gas exchangers (33) having plastic pore-free membranes (4) mounted on supports (32) are arranged in the fermentation plant, said membranes being reinforced with a flexible fabric (6).</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Verfahren zur Sauerstoffversorgung von Fermentern, in denen der Sauerstoffeintrag blasenfrei durch mindestens eine porenfreie Kunststoffmembran mit flexibler Gewebeverstärkung erfolgt, und eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens sowie dessen Anwendung. Der für die Durchführung des Bioprozesses erforderliche Sauerstoff wird insgesamt oder anteilmässig blasenfrei durch mindestens eine gewebeverstärkte porenfreie und auf Stützelementen gelagerte Kunststoffmembran in die Wasserphase eingetragen. Hierzu sind in dem Fermenter Gasaustauscher (33) mit auf Stützen (32) gelagerten porenfreien Kunststoffmembranen (4) angeordnet, die mit einem flexiblen Gewebe (6) verstärkt sind.</p>		

**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Code, die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	FR	Frankreich	MR	Mauritanien
AU	Australien	GA	Gabun	MW	Malawi
BB	Barbados	GB	Vereinigtes Königreich	NL	Niederlande
BE	Belgien	HU	Ungarn	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	IT	Italien	RO	Rumänien
BJ	Benin	JP	Japan	SD	Sudan
BR	Brasilien	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SN	Senegal
CG	Kongo	LI	Liechtenstein	SU	Sowjet Union
CH	Schweiz	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CM	Kamerun	LU	Luxemburg	TG	Togo
DE	Deutschland, Bundesrepublik	MC	Monaco	US	Vereinigte Staaten von Amerika
DK	Dänemark	MG	Madagaskar		
FI	Finnland	ML	Mali		

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP86/00744

International Application No

<b>I. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> (If several classification symbols apply, indicate all) * According to International Patent Classification (IPC) or to both National Classification and IPC <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <span>Int.Cl. <sup>4</sup></span> <span>C 12 M 3/00</span> </div>																				
<b>II. FIELDS SEARCHED</b> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">Minimum Documentation Searched <sup>7</sup></div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <tr> <td style="width: 30%; padding: 5px;">Classification System</td> <td style="padding: 5px;">Classification Symbols</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">Int.Cl. <sup>4</sup></td> <td style="padding: 5px;">C 12 M; C 02 F; A 61 M; B 01 D -</td> </tr> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">Documentation Searched other than Minimum Documentation to the Extent that such Documents are Included in the Fields Searched *</div>			Classification System	Classification Symbols	Int.Cl. <sup>4</sup>	C 12 M; C 02 F; A 61 M; B 01 D -														
Classification System	Classification Symbols																			
Int.Cl. <sup>4</sup>	C 12 M; C 02 F; A 61 M; B 01 D -																			
<b>III. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <sup>1</sup></b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%; padding: 5px;">Category *</th> <th style="width: 60%; padding: 5px;">Citation of Document, <sup>11</sup> with Indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup></th> <th style="width: 30%; padding: 5px;">Relevant to Claim No. <sup>13</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">EP, A, 0067116 (M.LAUFFER) 15 December 1982, see claims 1,2,8,9,12,16 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">GB, A, 2075547 (J. McKEOWN) 18 November 1981, see figures; claims; page 1, lines 100-111 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">1-12</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">GB, A, 2059436 (INTERMEDICAT GmbH) 23 April 1981 -----</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">A</td> <td style="padding: 5px;">EP, A, 0007133 (CHEMAP AG) 23 January 1980, see page 3, line 14- page 4, line 15 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">Y</td> <td style="padding: 5px;">Patent Abstracts of Japan, vol. 7, no. 219 (C-188) (1364) 29 September 1983, &amp; JP, A, 58116678 (AJINOMOTO K.K.) 11 July 1983 -----</td> <td style="text-align: center; vertical-align: top; padding: 5px;">2</td> </tr> </tbody> </table>			Category *	Citation of Document, <sup>11</sup> with Indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>	Y	EP, A, 0067116 (M.LAUFFER) 15 December 1982, see claims 1,2,8,9,12,16 -----	1-12	Y	GB, A, 2075547 (J. McKEOWN) 18 November 1981, see figures; claims; page 1, lines 100-111 -----	1-12	A	GB, A, 2059436 (INTERMEDICAT GmbH) 23 April 1981 -----		A	EP, A, 0007133 (CHEMAP AG) 23 January 1980, see page 3, line 14- page 4, line 15 -----	2	Y	Patent Abstracts of Japan, vol. 7, no. 219 (C-188) (1364) 29 September 1983, & JP, A, 58116678 (AJINOMOTO K.K.) 11 July 1983 -----	2
Category *	Citation of Document, <sup>11</sup> with Indication, where appropriate, of the relevant passages <sup>12</sup>	Relevant to Claim No. <sup>13</sup>																		
Y	EP, A, 0067116 (M.LAUFFER) 15 December 1982, see claims 1,2,8,9,12,16 -----	1-12																		
Y	GB, A, 2075547 (J. McKEOWN) 18 November 1981, see figures; claims; page 1, lines 100-111 -----	1-12																		
A	GB, A, 2059436 (INTERMEDICAT GmbH) 23 April 1981 -----																			
A	EP, A, 0007133 (CHEMAP AG) 23 January 1980, see page 3, line 14- page 4, line 15 -----	2																		
Y	Patent Abstracts of Japan, vol. 7, no. 219 (C-188) (1364) 29 September 1983, & JP, A, 58116678 (AJINOMOTO K.K.) 11 July 1983 -----	2																		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Special categories of cited documents: <sup>10</sup></p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p> </div> </div>																				
<b>IV. CERTIFICATION</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Date of the Actual Completion of the International Search 1st July 1987 (01.07.87)</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Date of Mailing of this International Search Report 3 August 1987 (03.08.87)</td> </tr> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">International Searching Authority  European Patent Office</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Signature of Authorized Officer</td> </tr> </table>			Date of the Actual Completion of the International Search 1st July 1987 (01.07.87)	Date of Mailing of this International Search Report 3 August 1987 (03.08.87)	International Searching Authority  European Patent Office	Signature of Authorized Officer														
Date of the Actual Completion of the International Search 1st July 1987 (01.07.87)	Date of Mailing of this International Search Report 3 August 1987 (03.08.87)																			
International Searching Authority  European Patent Office	Signature of Authorized Officer																			

# ANNEX TO THE INTERNATIONAL SEARCH REPORT ON

INTERNATIONAL APPLICATION NO. PCT/EP 86/00744 (SA 16223)

This Annex lists the patent family members relating to the patent documents cited in the above-mentioned international search report. The members are as contained in the European Patent Office EDP file on 17/07/87

The European Patent Office is in no way liable for these particulars which are merely given for the purpose of information.

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP-A- 0067116	15/12/82	DE-A- 3122186	23/12/82
GB-A- 2075547	18/11/81	None	
GB-A- 2059436	23/04/81	FR-A, B 2466503	10/04/81
		DE-A, C 2940446	09/04/81
		JP-A- 56061988	27/05/81
		US-A- 4649114	10/03/87
EP-A- 0007133	23/01/80	JP-A- 55048382	07/04/80
		US-A- 4276384	30/06/81
		AT-T- 2547	15/03/83

For more details about this annex :  
see Official Journal of the European Patent Office, No. 12/82

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 86/00744

<b>I. KLASSEFIZIKATION DES ANMELDUNGSGEGENSTANDS</b> (bei mehreren Klassifikationssymbolen sind alle anzugeben) <sup>6</sup>		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
Int. Cl. 4	C 12 M 3/00	
<b>II. RECHERCHIERTE SACHGEBIETE</b>		
Recherchierter Mindestprüfstoff <sup>7</sup>		
Klassifikationssystem	Klassifikationssymbole	
Int. Cl. 4	C 12 M; C 02 F; A 61 M; B 01 D	
Recherchierte nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Sachgebiete fallen <sup>8</sup>		
<b>III. EINSCHLÄGIGE VERÖFFENTLICHUNGEN</b> <sup>9</sup>		
Art*	Kennzeichnung der Veröffentlichung <sup>11</sup> , soweit erforderlich unter Angabe der maßgeblichen Teile <sup>12</sup>	Betr. Anspruch Nr. <sup>13</sup>
Y	EP, A, 0067116 (M. LAUFFER) 15. Dezember 1982 siehe Ansprüche 1,2,8,9,12,16	1-12
Y	GB, A, 2075547 (J. McKEOWN) 18. November 1981 siehe Figuren; Ansprüche; Seite 1, Zeilen 100-111	1-12
A	GB, A, 2059436 (INTERMEDICAT GmbH) 23. April 1981	
A	EP, A, 0007133 (CHEMAP AG) 23. Januar 1980 siehe Seite 3, Zeile 14 - Seite 4, Zeile 15	2
Y	Patent Abstracts of Japan, Band 7, Nr. 219 (C-188)(1364), 29 September 1983, & JP, A, 58116678 (AJINOMOTO K.K.) 11. Juli 1983	2
-----		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen<sup>10</sup>:</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
<b>IV. BESCHEINIGUNG</b>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts
1. Juli 1987		- 3 AUG 1987
Internationale Recherchenbehörde		Unterschrift des bevollmächtigten Bediensteten
Europäisches Patentamt		M. VAN MOL

ANHANG ZUM INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT ÜBER DIE

INTERNATIONALE PATENTANMELDUNG NR. PCT/EP 86/00744 (SA 16223)

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten internationalen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben. Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 17/07/87

Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP-A- 0067116	15/12/82	DE-A- 3122186	23/12/82
GB-A- 2075547	18/11/81	Keine	
GB-A- 2059436	23/04/81	FR-A, B 2466503	10/04/81
		DE-A, C 2940446	09/04/81
		JP-A- 56061988	27/05/81
		US-A- 4649114	10/03/87
EP-A- 0007133	23/01/80	JP-A- 55048382	07/04/80
		US-A- 4276384	30/06/81
		AT-T- 2547	15/03/83

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang :  
siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr. 12/82